

фицированную нормативно-справочную информационные и типовые проектные решения для различных АСУТП ГЭС (САУ ГА, РЧВ, ГРАМ, САУ МНУ и др.) [2].

Исходя из этого, комплекс в автономном режиме, в котором анализируются исторические данные, так и в on-line режиме, выполняет автоматическое управление основной и оперативной оптимизацией работы ГЭС. Данный комплекс в режиме реального времени может управлять вспомогательным оборудованием ГЭС.

Таким образом, переход от традиционной к цифровой гидроэнергетике необходимо осуществлять поэтапно, путем формирования соответствующих кластеров на разных функциональных, временных и иерархических уровнях ГЭС, а также в координации с цифровизацией других отраслей.

Литература

1. Концепция обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020–2030 годы.

2. Захарченко, В. Е. О цифровизации гидроэлектростанций / В. Е. Захарченко, А. А. Сидоров // Автоматизация в промышленности. – 2019. – № 1. – С. 23–28.

УДК 658.2

Оптимизация насосного оборудования для индивидуальных тепловых пунктов

Турсунова У. Х., Котова Л. В.

Ташкентский архитектурно-строительный институт
Ташкент, Республика Узбекистан

В статье рассмотрена методика различных схем, когда насос общей циркуляции греющей сетевой воды установлен: на подающем трубопроводе на перемычке между обратной и подающей линиями для возврата части уже остывшей сетевой воды снова в цикл в целях энергосбережения.

Тепловая нагрузка абонентов не постоянна. Она изменяется в зависимости от метеорологических условий (t_n , $Q_{\text{инс}}$, v_n и т. д.), режима расхода воды на горячее водоснабжение, режима работы технологического оборудования. Для обеспечения высокого качества теплоснабжения, а также экономических режимов выработки теплоты на станции и транспорта ее по тепловым сетям выбирается соответствующий метод регулирования.

При автоматизации абонентских вводов основное применение в городах имеет в настоящее время центральное качественное регулирование,

дополняемое в ЦТП или ИТП количественным регулированием или регулированием пропусками.

Типовые схемы МТП с централизованным горячим водоснабжением имеют дополнительные элементы – подогреватели горячего водоснабжения и циркуляционные насосы. Насосы в тепловых пунктах применяют вместо элеваторов для повышения давления в подающем или снижении давления в обратном трубопроводах, а также для циркуляции воды в системах горячего водоснабжения или повышения давления водопроводной воды, используемой на горячее водоснабжение и для откачки конденсата.

Смесительные насосы подбирают по количеству подмешиваемой воды и гидравлическому сопротивлению отопительной системы. Насосы на подающем и обратном трубопроводах ввода подбираются по величине недостаточного или избыточного напора местной установке. Производительность этих насосов принимается по расходу воды в системе.

Регулирование отпуска теплоты потребителю, принятое в прошлом на основе директивного графика 150/70 °С, на сегодняшнее время оказывается затратным для нашего региона. Прежде всего, это заложенное в данном графике заведомое ухудшение использования тепла сетевой воды в течение две третьей отопительного сезона. Средневзвешенный за этот период нормативный коэффициент эффективности $K_{эф}^н$ получается значительно

ниже максимального [1]. К другому также важному видимому и давно известному недостатку относится неоправданно большой и излишний перепад давления $\Delta P = P_n - P_0$ между подающей P_n и обратной P_0 магистралями в головной части пьезометрического графика. Для первых и ближайших к генерирующему источнику потребителей значение ΔP превышает необходимое элеватору в 3 и более раз, и перепад бесполезно теряется. По этим и другим причинам, а также на примере зарубежного опыта стихийно и широко распространяется качественно-количественное регулирование получаемой потребителем тепловой энергии. Хотя его принцип еще заложен в упомянутом общепринятом для всей страны нормативном температурном графике подающей и обратной сетевой воды. Регулирование отпуска теплоты количеством теплоносителя и его качеством вытекает из-за необходимости поддержания нужной температуры обогреваемой воды внутри отопительных приборов путем смешения. При постоянном расходе подающей сетевой воды необходимое количество обратной, повторно вовлекаемой в циркуляцию, колеблется от 1,7 до 3,7 раза. Такое изменение расхода G_0 невозможно получить при применении в тепловых пунктах простых элеваторов без автоматики, которыми ранее оснащались все системы теплоснабжения. И эти возможности остались не реализованными. Теперь для этой цели нашли массовое применение две различные схемы,

когда насос общей циркуляции греющей сетевой воды установлен: на подающем трубопроводе (рис., *a*); на перемычке между обратной и подающей линиями для возврата части уже остывшей сетевой воды снова в цикл (рис., *б*).

Разберем их с точки зрения наших условий. Основное различие между ними состоит в решении вопросов энергосбережения, где в большой мере используется существующий потенциал давления подающей (прямой) воды. В варианте рис., *a* по принятому подходу к регулированию сплошного потока воды происходит сначала дросселирование давления P_n необходимого количества прямой воды до давления почти равного P_0 в обратной линии и затем снова производится сжатие воды насосом на ΔP_1 (рис., *a*). Мы видим нерациональное решение. Оно может быть оправданным, если только исходный перепад давления $\Delta P = P_n - P_0$ чрезвычайно мал или периодически во время эксплуатации вовсе пропадает. Тогда для этой схемы требуется насос более высокой производительности, что влечет увеличенное потребление электроэнергии. Он создает еще одну особенность – неизменный расход греющей воды в местной системе. Эта положительная сторона сохраняет стабильный гидравлический режим у потребителей тепла на весь отопительный сезон, но сводит на нет принцип качественно-количественного регулирования. В результате этого при наружной температуре воздуха $+1^\circ\text{C}$ и выше происходит весьма значительное возрастание температуры возвращаемой сетевой воды [1]. Исходя из этого мы знаем, что это резко снижает уровень эффективности работы теплосети.

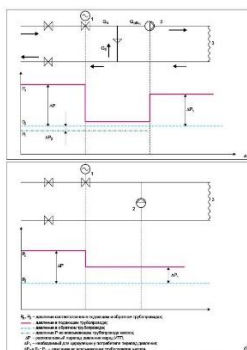


Рис. Диаграмма изменения давления падающей сетевой воды в индивидуальном пункте:

- a* – насос на подающем участке; *б* – на перемычке; 1 – регулирующий клапан; 2 – насос подмешивания и циркуляции; 3 – теплоприемник (потребитель)

Местонахождение насоса на прямом трубопроводе усложняет процесс регулирования температуры смешения и делает его трудной с теоретических позиций задачи (рис., *a*). С большой точностью можно допустить, что нерегулируемый по производительности насос имеет почти неизменный расход или $G_{\text{общ}} = \text{const}$. Не должно сильно колебаться и количество обратной сетевой воды G_0 , идущей на смешение, т. к. оно является функцией разности давлений воды в обратном трубопроводе P_0 и после регулирующего клапана $1 - P_1$ (рис., *a*) или

$$\Delta P_2 = P_0 - \frac{P_1}{G_0} = f\{(\Delta P_2)^{0,5}, d\}$$

где d – диаметр трубопровода перемычки между подающей и обратной линиями.

Величина d всегда неизменна, а ΔP_2 совсем мало, т. к. $P_0 = \text{const}$, а P_1 физически не может резко снижаться, потому что от обратного трубопровода до всасывающего насоса нет никакого регулирующего органа. Поскольку ΔP_2 имеет степень 0,5, то ее влияние на расход G_0 еще более стабилизируется. Таким образом, можно принять $G_0 = \text{const}$. Получается, что сумма двух величин $G_{\text{п}} + G_0 = G_{\text{общ}}$ есть постоянная и при этом $G_0 = \text{const}$. Отсюда вытекает неизменность $G_{\text{п}}$. Поэтому трудно осуществить регулирование температуры воды изменением $G_{\text{п}}$ (регулирующий орган находится только на этом потоке), если и ему предписано быть постоянным. А по директивному графику 150/70 °С для поддержания нормативной температуры внутри отопительных аппаратов необходимо колебание $G_{\text{п}}$ более чем в 2 раза в интервале температур наружного воздуха от 0 до –25 °С. Такое несоответствие в тепловой схеме (рис., *a*) не позволяет ее автоматизировать, как этого требуют правила. Но на практике, однако, она работает и можно предположить, по-видимому, за счет того, что расходы $G_{\text{п}}$ и G_0 в несовпадающие между собой интервалы времени изменяются от нуля до своего верхнего предела ориентировочно по принципу прерывистого (дискретного) поступления 2-х различающихся потоков воды на единый всасывающий трубопровод насоса для последующего их смешения можно оценить с теоретических позиций как редко встречающийся и не совсем удовлетворительный принцип регулирования.

Это указывает на необходимость обоснованного выбора мест смешения этих 2-х потоков и размещения термодатчика результирующей температуры смешения. Потребуется наличие специальной конструкции узла перемешивания. Также большее внимание придется уделить частоте поступления импульса на регулирующий клапан, который в настоящее время пода-

ется 1 раз в интервале от 30 до 2 тыс. с, а принцип пропорционально-интегрального контроля регулируемого параметра может быть также изменен. В переменных тепловых режимах, когда температура подающей воды значительно снижена относительно графика 150/70 °С и требуется еще больший G_n , процесс регулирования усложняется из-за растущего неравенства потоков G_n и G_0 . И общую ситуацию можно оценить как не совсем приемлемую. В эксплуатационных условиях процессы смешения, циркуляции сетевой воды и передачи теплоты не дают видимого ухудшения. Это обстоятельство послужило тому, что до сих пор оказался не рассмотренным разбираемый метод регулирования температуры в таких условиях. Часто вместо двухходового клапана I (рис., *a*) применяют типовой трехходовой. Он сначала прикрывает подачу прямой сетевой воды и тем самым обеспечивает требуемый перепад давления для поступления обратной воды. Затем аналогичная операция повторяется для обратной линии. К тому же его расходная характеристика – прямая горизонтальная линия – не обеспечивает регулирование общего суммарного расхода $G_{\text{общ}}$ и потому не вписывается в возможность сокращения количества воды. Таким образом, разобранный схема рис., *a* является не совсем удачной для данного типа оборудования и ее широкое применение нецелесообразно (она почти не позволяет освободиться от нерациональных нюансов). Если разность $\Delta P = P_n - P_0$ составляет совсем небольшую величину, то рабочая схема должна иметь новый тип трехходового клапана и пр., упомянутое в [2].

Тепловая схема рис., *б* автоматизированного индивидуального теплового пункта (ИТП) практически является типовой в зарубежной практике и потому отвечает требованиям авторегулирования и энергоэффективности. Она удачно и эффективно сочетается с любым известным оборудованием и в том числе отечественным, которое в большей части почти повторяет иностранное. А ее особенность состоит в увеличении для себя потребления подающей сетевой воды при «недотопе». Автоматика отбирает греющую воду от соседнего потребителя и нарушает гидравлический режим всей сети. Поскольку такие режимы в большинстве городов являются очень частыми, то при наладке работы ИТП можно ввести помимо известных мер и ограничение перемещения клапана I (рис., *б*) верхним концевым выключателем на теоретический максимальный расчетный расход. Если в этой ситуации потребитель будет плохо отапливаться, то существуют другие решения. Зато в большинстве других режимов происходит сокращение количества потребляемой сетевой воды, что сопровождается ощутимым улучшением гидравлического и теплового режимов и большим сокращением используемой теплоты. Но при этом должен быть еще и изменен

нормативный график температуры (в сторону снижения) возвращаемой воды в соответствии с [1].

Более тщательная адаптация зарубежного оборудования и схем ИТП к нашим особенностям позволит получить еще больший эффект.

Литература

1. Басин, А. С. Главные проблемы теплбезопасности и теплоснабжения Сибири / А. С. Басин // Энергетика: экология, надежность, безопасность. Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – Т. 1.– С. 3–7.

2. Басин, А. С. Общие и региональные проблемы надежности теплоснабжения населения в городах. 1. Обоснование требований надежности / А. С. Басин // Известия вузов. Строительство. –1999. – № 7. – С. 122–127.

3. Рябцев, Г. А. Общий показатель эффективности работы теплосети / Г. А. Рябцев, В. И. Рябцев // Новости теплоснабжения. – 2003. – № 9. – С. 56–59.

УДК 697.47.

Усовершенствование работы насосов в системе горячего водоснабжения

Котова Л. В., Турсунова У. Х.

Ташкентский архитектурно-строительный институт
Ташкент, Республика Узбекистан

В статье рассмотрен вопрос регулировки систем горячего водоснабжения и излишней циркуляции при реконструкции существующих систем и подбор циркуляционно-повысительного насоса.

Сооружение центральных тепловых пунктов (ЦТП) позволило объединить установки горячего водоснабжения, что дало такие преимущества перед МТП, как возможность снижения давления в тепловых сетях после ЦТП, освобождения значительного числа обслуживающего персонала и улучшения качества обслуживания, сокращения количества автоматических регуляторов, применения антикоррозионных установок. ЦТП устраивают для нескольких зданий, квартала или микрорайона, что позволяет вынести циркуляционные насосы систем горячего водоснабжения и весь узел приготовления горячей воды из подвалов домов в отдельно стоящее здание.

Отопительные системы в каждом здании присоединяют к квартальной сети через элеваторы или через групповые водонагреватели. В зависимости от способа аккумуляции теплоты на горячее водоснабжение различают